

Aus d. LIX. Bde. d. Sitzb. d. k. Akad. d. Wissensch. II. Abth. April-Heft. Jahrg. 1869.

Über die Peptontheorien und die Aufsaugung der eiweißartigen Substanzen.

Von **Ernst Brücke**,

wirklichem Mitgliede der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.

(Vorgelegt in der Sitzung am 15. April 1869.)

Die Bezeichnung „Peptone" ist durch Lehmann in die Nomenclatur der physiologischen Chemie eingeführt worden. Ueber ihre Darstellung sagt er Folgendes [1]: „Dargestellt wurden von mir die Peptone, indem ich natürlichen Magensaft von Hunden oder künstliche Verdauungsflüssigkeit aus den Pepsindrüsen von Schweinsmagen gewonnen, mit möglichst rein dargestelltem geronnenem Albumin, Fibrin, Caseïn, Legumin, Glutin und Chondrin so lange bei der nöthigen höheren Temperatur in Berührung ließ, bis der größte Theil der zur verdauenden Substanz in Lösung übergegangen war; hierauf wurde das ganze Gemisch gekocht und filtrirt; die saure Flüssigkeit ward über kohlensaurem Kalk etwas eingedampft und die darauf wieder filtrirte Flüssigkeit bis zur Honigconsistenz concentrirt. Zusatz von Alkohol (von 83%) präcipitirte die Peptonkalkverbindung, löste aber das Chlorcalcium nebst Chlornatrium auf; das Ungelöste, welches jetzt an der Luft noch sehr hygroskopisch war und leicht firnißähnlich zusammentrat, wurde nun mit absolutem Alkohol ausgekocht und endlich mit alkoholhaltigem Aether heiß extrahirt. Aus der Kalkverbindung ließ sich durch kohlensaure Alkalien leicht die Alkaliverbindung darstellen. Wo nicht frei, doch arm an Mineralstoffen wurden die Peptone erhalten, wenn deren Barytverbindungen durch Schwefelsäure vorsichtig von Baryt oder einem größeren Theile desselben befreit wurden.

Von den Peptonen, wie sie durch den Magensaft gebildet werden, gibt er an, daß ihre wässerigen Lösungen nicht gefällt werden

---

[1]) Lehrb. d. physiologischen Chemie, 2. Auflage, Leipzig. 1850. Bd. II. S. 53.

durch Kochen, Säuren oder Alkalien, wohl aber durch Metallsalze, so wie durch Chlor und Gerbsäure.

Mulder sagte von den Peptonen, die er durch künstliche Verdauung von Eiweißkörpern erhalten hatte, daß sie aus ihrer verdünnten Säurelösung nicht niedergeschlagen wurden durch:

Kochen,
Alkohol,
Salpetersäure,
Carbonas ammoniae,
Acetas plumbi neuter,
Gelbes Blutlaugensalz,
Sulphas Sodae [1]).

Indessen waren für Mulder die Peptone etwas anderes als für Lehmann. Für Lehmann waren die Peptone Modificationen der einzelnen Eiweißkörper, die wahrscheinlich nach ihrer Resorption die Eigenschaften der Muttersubstanz wiedererlangten. Es gab demnach ein Eiweißpepton, ein Fibrinpepton, ein Caseinpepton, auch ein Leimpepton u. s. w. Für Mulder waren die Peptone Zersetzungsproducte, welche nach ihrer Resorption wieder zusammentraten und so den Wiederersatz, beziehungsweise den Zuwachs von Eiweißkörpern für den Organismus bewirkten.

Nach Meißner [2]) sollten die Eiweißkörper bei der Verdauung in Pepton und Parapepton gespalten werden. Ersteres zeigte die Eigenschaften von Lehmann's Peptonen, wurde aber in seinen reinen sauren Lösungen von Blutlaugensalz nicht getrübt. Das Parapepton konnte aus der sauren Lösung durch neutralisiren ausgefällt werden; es sollte durch sauren Magensaft auch bei längerer Einwirkung nicht weiter verändert werden [3]). Später unterschied Meißner noch ein drittes Spaltungsproduct, das Metapepton. Dasselbe ist nach ihm schwerer löslich im reinen Wasser, als Pepton und wird beim Ansäuern mit Chlorwasserstoffsäure, wenn 0,1% überschritten

---

[1]) Die Peptone. Archiv für holländische Beiträge zur Natur- und Heilkunde. Bd. II. (1858). S. 3.

[2]) Über Verdauung der Eiweißkörper. Zeitschrift für rationelle Medicin, dritte Reihe, Bd. VII. S. 1.

[3]) Letzterer Angabe habe ich entgegentreten müssen, weil ihr meine Erfahrungen direct widersprechen.

wird, flockig ausgefällt, ist aber im Ueberschuße der Säure wieder löslich.

Bei der Verdauung des Caseins unterschied er noch ein Spaltungsproduct als Dyspepton, einen stickstoffhaltigen in Wasser und Alkohol unlöslichen und auch in mäßig concentrirten Säuren sich nur schwer lösenden Körper.

Es ist nicht meine Absicht, hier auf die Versuche und Einwände zurückzukommen, welche ich gleich nach dem Erscheinen von Meißner's Arbeit gegen die Resultate derselben geltend gemacht habe [1]. Einerseits sind meine Angaben seitdem von Anderen bestätigt worden, andererseits steht unsere Controverse von damals in keinem nothwendigen Zusammenhange mit meinem heutigen Thema. Für dies ist es hinreichend der Ansichten Meißner's zu erwähnen als eines Gliedes in der Kette der Peptontheorien.

Als man durch Corvisart die eiweißverdauende Wirkung des Pankreassaftes kennen lernte, gesellten sich zu den eigenthlichen (durch Pesinwirkung erzeugten) noch die Pankreaspeptone. Schon Corvisart erklärte die Verdauungsproducte, die man durch Pankreassaft erhält, für identisch mit denen, welche durch Magensaft erzeugt werden, und auch Kühne erhielt sogenanntes Pankreaspepton, welches die allgemeinen Eigenschaften, die man den wahren Peptonen zuschreibt, besaß. Es muß freilich bemerkt werden, daß dies sämmtlich Eigenschaften sind, welche sehr verschiedenen Substanzen gemeinsam zukommen können.

Die Frage, ob die Pankreaspeptone mit den sogenannten wahren Peptonen identisch sind oder nicht, ist übrigens für den Gegenstand, welchen ich heute zu behandeln habe, von untergeordneter Bedeutung. Wesentlich ist für ihn nur, daß man allgemein überzeugt war, die Eiweißkörper müßten erst bedeutende chemische Modificationen oder Spaltungen (Mulder, Meißner) eingehen, ehe sie resorbirt werden können, und wenn diese Modificationen oder Spaltungen im Magen nur theilweise zu Stande gekommen wären, so müßten sie sich im Dünndarm vollenden.

Diese Überzeugung tritt nicht minder deutlich zu Tage in der neuesten Schrift über unseren Gegenstand, in der Antrittsrede, welche

[1]) Beiträge zur Lehre von der Verdauung. Diese Ber. Bd. XXXVII. (1859). S. 169.

Ludimar Hermann in Zürich gehalten hat[1]. Hermann sucht ein gemeinsames Band herzustellen, zwischen den Veränderungen, welche die verschiedenen Nahrungsmittel im Darmkanal erleiden, und faßt das Resultat seiner Beobachtungen in folgenden Worten zusammen: „Der Verdauungsapparat spaltet dieselben (die Nahrungsmittel) durch hydrolytische Fermente in einfache und zugleich lösliche Bestandtheile, welche in das Blut übergehen. Diese Spaltungsproducte werden dann, wie es scheint hauptsächlich in der Leber, wieder unter Wasserzutritt zu complicirteren Verbindungen vereinigt, und es ist dadurch die Möglichkeit gegeben, daß nicht allein gewisse Stoffe, welche wie Fett[2]) und Eiweiß behufs ihrer Filtration gespalten werden mußten, sich wiedererzeugen, sondern daß auch die mannigfaltigsten neuen Verbindungen durch anderweitige Paarung der Spaltungsproducte gebildet werden können“.

Speciell in Rücksicht auf Eiweiß jeder Art, sei es Fleischfaser, Blutfaserstoff, Weizenkleber u. s. w., sagt Hermann, daß im vollkommensten Maße dafür gesorgt sei, daß es vollständig in Pepton verwandelt werde; denn nachdem es der Wirkung des Magensaftes ausgesetzt gewesen sei, finde es im Darm noch zwei Peptonbilder, den Bauchspeichel und den Darmsaft.

Schon in meinen Beiträgen zur Lehre von der Verdauung (diese Berichte Bd. XXXVII (1859), S. 171 ff) habe ich mich gegen die Ansicht ausgesprochen, daß alle Eiweißkörper erst in Pepton oder Peptone verwandelt werden müßten, ehe sie zur Resorption kommen können, und es mag mir erlaubt sein, hier ausführlich zu erörtern, weßwegen ich in einem so wichtigen Punkte der Physiologie von der Meinung meiner Fachgenossen abweiche.

Wie ist die gangbare Ansicht entstanden? Man wußte, daß das Eiweiß schwer filtrirbar und schwer diffundirbar sei, man fand die Peptone leicht filtrirbar und leicht diffundirbar, man hielt sich deshalb zu der Annahme berechtigt, daß die Peptonisirung eine nothwendige Vorbedingung für die Resorption sei, ja man bezeichnete sogar

---

[1]) Ein Beitrag vom Verständniß der Verdauung und Ernährung, Zürich 1867.

[2]) Ohne zu bestreiten, daß ein Theil des Fettes im Darmkanal gespalten werde, muß ich bemerken, daß, wie die directe Untersuchung lehrt, der größte Theil desselben als solches im emulgirten Zustande resorbirt wird, mithin für seine Aufsaugung eine Spaltung im Darmkanal nicht nothwendig ist, und auch für den bei weiten größten Theil nicht erfolgt.

die Peptonisirung geradezu als Verdauung, indem man von im Magen zwar aufgelösten, aber noch nicht verdauten Eiweißkörpern sprach, d. h von solchen, die zwar gelöst seien, aber noch nicht in Peptone verwandelt.

Es muß hier zunächst erörtert werden, was die Wörter „schwer diffusibel“ und „schwer filtrirbar“ an und für sich, und was sie in Rücksicht auf die Resorption zu bedeuten haben.

Die freie Diffusion (Jar-Diffusion von Graham) hängt ab von der überwiegenden Anziehung der Theilchen des gelösten Körpers zu den Theilchen des Menstruums, beziehungsweise von der überwiegenden Anziehung der Theilchen der einen der zu diffundirenden Flüssigkeiten zu denen der anderen, und zweitens von der Leichtflüssigkeit der zur Diffusion kommenden Medien; letzteres deshalb, weil die Molecularströme, welche durch Licht und Wärme hervorgerufen werden, die Diffusion in hohem Grade beschleunigen, und bei gleicher Intensität der einwirkenden Ursache ihre Geschwindigkeit um so größer ist, je leichtflüssiger die Substanz. (Vergl. Sigmund Exner über Brown's Molecularbewegung, diese Berichte Bd. 56, Abth. II S. 116). Diese freie Diffusion hat mit der Resorption nichts zu schaffen; es kann sich also nur noch um die Diffusion durch poröse Scheidewände handeln. Bei dieser sind die treibenden Kräfte dieselben, aber die Erscheinungen sind modificirt durch die Scheidewand, durch die Enge ihrer Poren und durch die Anziehung, welche sie auf die zu diffundirenden Substanzen ausübt. Die Filtrationen unterscheiden sich von ihr dadurch, daß bei ihnen die treibenden Kräfte andere sind, nämlich Druckdifferenzen zwischen den sich in der Scheidewand berührenden Flüssigkeiten. Wir müssen deshalb die Aufsaugung durch die Chylusgefäße nicht einem Diffusionsprocesse, sondern einem Filtrationsprocesse vergleichen, wenn auch im Darmkanal überhaupt, wie überall, wo heterogene Lösungen mit einander in Berührung kommen, die Diffusionsgesetze ihre Wirkung geltend machen.

Nun sind zwar alle Eiweißkörper wegen der Größe ihres Moleculs durch feinporige Filtra schwer filtrirbar im Vergleiche mit Salzen, Harnstoff und anderen krystallisirbaren Körpern; aber sie sind es nicht alle in gleichem Grade und keineswegs alle in solchem Grade, daß man daraus auf ihre Nichtresorbirbarkeit schließen darf. Wenn das von coagulirten Substanzen durchsetzte, dickliche und faden-

ziehende Hühnereiweiß selbst durch ein Leinentuch nur gewaltsam durchgepreßt werden kann, so beweist dies noch nicht, daß die leicht filtrirbare Caseinlösung der Milch nicht als solche resorbirt werden könne, und die Eile, mit der das sogenannte Wurtz'sche Eiweiß durch's Filtrum rinnt, beweist, daß eine Schwerfiltrirbarkeit, wie sie das gewöhnliche Hühnereiweiß zeigt, keinesweges zu den nothwendigen Eigenschaften des nativen (sog. löslichen) Eiweißes gehört.

Wie steht es nun um unsere Erfahrung über die directe Resorption von Eiweißkörpern?

Es wird behauptet, alle Eiweißkörper müssen in Pepton verwandelt werden, ehe sie resorbirt werden können. Es wird ferner ausgesagt, die Peptone gerinnen in ihren Lösungen weder freiwillig noch durch Hitze und werden auch durch Ansäuern der Lösungen nicht ausgefällt. Zieht man diese beiden Angaben zusammen, so erhält man den Satz: Es werden keine Eiweißkörper oder Abkömmlinge von Eiweißkörpern resorbirt, deren Lösungen freiwillig oder bei erhöhter Temperatur coaguliren oder durch Ansäuern gefüllt werden. Dieser Satz, obgleich er nichts anderes enthält, als die unmittelbare und nothwendige Folgerung aus allgemein verbreiteten Ansichten, ist nachweislich falsch.

Als ich mich im Jahre 1852 mit der Untersuchung der Chylusgefäße und der Resorption des Chylus beschäftigte, fand ich, daß sich auf dem gewöhnlichen Wege die Thiere in der Resorption zu tödten und sogleich zu untersuchen nichts erreichen läßt, weil durch Muskelcontraction aller Chylus aus der Schleimhaut und den Anfängen der Chylusgefäße ausgetrieben wird.

Ich schnürte deshalb den Thieren während der Resorption ein Band um den Thorax, um sie zu tödten, und ließ sie achtundvierzig Stunden, bisweilen auch nur vierundzwanzig Stunden in einem kalten Raume liegen, um die Muskeln vor der Untersuchung absterben zu lassen. Ich fand dann, wenn ich die Thiere öffnete, den Chylus in den Chylusgefäßen meistens fest geronnen. Da hier keine Temperaturerhöhung stattgefunden hatte, so mußte der Chylus entweder freiwillig geronnen sein oder durch Säurebildung coagulirt. Es lag ziemlich nahe zu vermuthen, daß letzteres der Fall sei, da ich es meistens mit saugenden Thieren zu thun hatte, und in der That reagirte auch der Dünndarminhalt, wo ich seine Reaction untersuchte,

sauer und war käsig geronnen. Auch ließ sich die saure Reaction durch die Dünndarmwand bis an die Oberfläche derselbeu verfolgen. Es könnte noch die Vermuthung ausgesprochen werden, daß der Chylus nur durch beigemischte Lymphe geronnen sei: da ja die Chylusgefäße, welche auf der Oberfläche des Darmes und am Mesenterium verlaufen, nebst dem Chylus auch die Darmlymphe führen. Dies war aber sicher nicht der Fall, denn der Chylus war schon in den Gefäßen, die noch gar keine Darmlymphe aufgenommen hatten, ja selbst in den inneren Zottenräumen und Lieberkühn'schen Ampullen, oft so fest geronnen, daß er als wurmförmiger Körper unter dem Mikroskope aus dem angeschnittenen Gefäße oder Hohlraum herausgedrückt werden konnte. Ich habe hierauf besonders geachtet, weil darauf die ganze Brauchbarkeit der Objecte zu meinen anatomischen Untersuchungen beruhte. Hier im Zottenraume konnte dem Chylus nichts als etwas von den Zottencapillaren ausgeschiedenes Blutplasma beigemischt sein. Es ist aber bekannt, daß sich aus dem Blutserum durch verdünnte Säuren nur sehr wenig Eiweiß und meistens nur unter gleichzeitigem Zusatz von Wasser und äußerst vorsichtigen Säurezusatz fällen läßt. Durch Säuren fällbares Eiweiß hätte dem Chylus also auch auf diesem Wege sicher nicht in irgend wie erheblicher Menge zukommen können, nur fibrinbildende Substanz; aber von solcher rührte die feste Gerinnung in den ersten Chyluswegen offenbar nicht her, da der aus den Chylusgefäßen des Mesenteriums entnommene Chylus, dem doch schon die ganze Darmlymphe beigemischt ist, nur schwache freiwillige Gerinnbarkeit zeigt. Die älteren Angaben, nach denen der Chylus verschiedener Thiere so und so viel pro mille Fibrin enthielt, rühren von Untersuchungen her, bei denen der Chylus aus dem *ductus thoracicus* gesammelt worden, also mit sehr viel Lymphe vermischt war.

Es unterliegt also keinem Zweifel, daß aus dem Dünndarme ein Eiweißkörper resorbirt wird, dem nicht die Eigenschaften zukommen, welche den Peptonen zugeschrieben werden. Wir müssen ihn in die Gruppe des fällbaren Eiweißes einreihen.

Ich habe nun nicht allein bei saugenden Thieren und in Leichen saugender Kinder solchen fest geronnenen Chylus angetroffen, sondern, wie schon in meiner Abhandlung in den Denkschriften unserer Akademie Bd. VI, p. 112 erwähnt ist, auch bei Thieren, die gar keine Milch genossen hatten. Auch abgesehen von dem fällbaren Pankreaseiweiß,

welches etwa mit resorbirt sein mochte, ist es nicht schwer aus der Fleischnahrung einen unter solchen Umständen gerinnenden Eiweißkörper abzuleiten. Wenn man eine durch die Verdauung von rohem oder gekochtem Fleisch erhaltene Flüssigkeit unmittelbar nach der Lösung des Fleisches und ehe noch die weiteren Veränderungen, welche der Magensaft bei andauernder Einwirkung hervorbringt, eingetreten sind, vorsichtig neutralisirt, so wird man bemerken, daß, wenn die Reaction noch schwach sauer ist, ein Eiweißkörper herausfällt, der sich im überschüssig zugesetzten Alkali wieder löst, und von neuem ausgeschieden wird, wenn man das Alkali wieder sättigt, so daß wieder schwach saure Reaction eintritt. Dieser Niederschlag, der Meißner Veranlassung zu seiner Lehre vom Parapepton gab, bildet mit der zuströmenden Galle im Duodenum ein zähes, weiß gelbliches Präcipitat, das schon vor vielen Jahren von Bernard beobachtet wurde. In dem alkalischen Inhalte des Dünndarmes nun ist dieses Präcipitat wieder löslich. Der gefällte und wieder gelöste Eiweißkörper kann hier vom Pankreassafte weiter verändert werden, er kann aber dabei auch ganz oder theilweise resorbirt werden, ehe er die Eigenschaft verloren hat sich bei beginnender saurer Reaction wieder auszuscheiden. Tritt dann solche nach dem Tode ein, so wird sie eben Gerinnung des Chylus in den Chylusgefäßen veranlassen.

Durch die Gerinnung des Chylus nach dem Tode erfahren wir zwar, daß Eiweißkörper resorbirt werden, denen die Eigenschaften noch nicht zukommen, welche man den Peptonen zuschreibt, aber wir erfahren dadurch noch nicht, ob in der Wärme gerinnendes Eiweiß resorbirt werde, und doch ist gerade diese Frage für uns von großer Wichtigkeit, da bei weitem die größte Menge des in unserer Säftemasse aufgelösten Eiweißes in der Hitze gerinnt. Ich spreche hier nicht von Gerinnungen, wie sie in schwach saurer oder mit Lab versetzter Milch beobachtet werden, sondern von einer Gerinnbarkeit in der Hitze, wie sie dem gewöhnlichen löslichen oder nativen Albumin zukommt, welches in Lösungen, die blaues Lakmuspapier violett färben, beim Erhitzen stets gerinnt, der Salzgehalt der Lösungen mag groß oder gering sein, und welches sich beim Erhitzen in sauren oder alkalischen Lösungen nur in soweit nicht ausscheidet, als es, ehe die Gerinnungstemperatur erreicht wurde, bereits durch die Säure oder das Alkali verändert worden war.

Es ist bekannt, daß der Pankreassaft einen in der Hitze gerinnenden Eiweißkörper enthält, und daß man ihm die wesentlichste Rolle bei der Emulgirung der zu resorbirenden Fette zuschreibt. Das Fett wird aber nicht allein resorbirt, sondern es tritt in den inneren Zottenraum über zugleich mit einem Strome von Flüssigkeit, in dem wir es wieder suspendirt finden. Sollen wir glauben, daß die Wege, welche weit genug sind, um die Fetttröpfchen durchzulassen, eng genug sein werden um allen Molekulen des Eiweißes, welches zu ihrer Emulgirung diente, den Weg zu versperren? Oder sollen wir etwa annehmen, daß das Pankreaseiweiß zu der Zeit, wo die Emulsion resorbirt wird, bereits in nicht gerinnbares Pankreaspepton umgewandelt sei? Woher kommt die Zeit dazu? Gleich an der Stelle, an der der Pankreassaft ergossen wird, sehen wir die Chylusgefäße sich mit weißem Chylus füllen und wir haben keine Ursache anzunehmen, daß nicht die Resorption der Emulsion sogleich beginne, nachdem sie gebildet worden ist.

Wenn die Wege gangbar sind für in der Hitze gerinnendes Eiweiß, das aus dem Pankreassafte stammt, werden sie nicht auch gangbar sein für solches, das aus der Nahrung stammt? Ich muß auf etwas zurückkommen, was ich schon früher angedeutet habe, nämlich darauf, daß die Schwerfiltrirbarkeit des Eiweißes nicht an bestimmte chemische Reactionen, wie sie dem nativen oder sogenannten löslichen Eiweiß zukommen, geknüpft ist, sondern an seine jedesmalige physikalische Beschaffenheit. Das frische Hühnereiweiß ist in hohem Grade schwer filtrirbar, aber das daraus bereitete Würz'sche Eiweiß, das auch in der Hitze gerinnt, ist sehr leicht filtrirbar und es ist nicht einzusehen, was seine Resorption verhindern sollte, wenn es sich im Dünndarm befände. Es ist hier der Ort, der Erfahrungen zu erwähnen, welche Josef Bauer in neuester Zeit in Voit's Laboratorium gemacht hat. Bauer ließ einen Versuchshund hungern bis die Ausscheidung des Harnstoffes nahezu constant war und injicirte dann Eiweißlösungen in den Dickdarm. Es zeigte sich an der vermehrten Ausscheidung von Harnstoff, wenn stickstoffhaltige Substanzen resorbirt worden waren. Es wurden theils Peptonlösungen, theils ausgepreßter saurer Muskelsaft, theils Eiweiß in Kochsalzlösung, theils Eiweiß, das zu Schnee geschlagen und wieder zerflossen war, injicirt. Von diesen vier Arten von Lösungen ergab nur die letzte ein negatives Resultat; durch Einspritzung der beiden ersten

wurde eine Harnstoffvermehrung von 8 Grm., durch die dritte eine Vermehrung um 7, 2 Grm. erzielt. Es muß hinzugefügt werden, daß Bauer kein Gegner der Peptontheorie als solcher ist, aber aus seinen Versuchen doch auf die Möglichkeit der directen Eiweißresorption schließt. S. 504 [1]) sagt er: „Die Aufnahme von gewöhnlichem Eiweiß im Mastdarm ist sehr auffallend; sie zeigt jedenfalls, daß das Eiweiß nicht nur in der Form von Pepton resorbirt wird; denn wenn die Secrete des Dickdarms die Eigenschaft hätten, das gewöhnliche Eiweiß in das leichter-diffundirbare Pepton umzuwandeln, so würde dies auch ohne gleichzeitige Kochsalzzufuhr geschehen müssen. Es wäre schlimm, wenn ein solcher Übertritt unmöglich wäre, da ja gewöhnliche Eiweißlösungen die Membranen des Körpers, allerdings unter nicht unbedeutenden Druckdifferenzen, vielfältigst durchwandeln müssen. Es handelt sich bei der Überführung in Pepton nur um eine Erleichterung des Durchganges und nicht um eine Ermöglichung desselben“ [2]).

Es stellt sich uns also die Frage, unter welchen Umständen tritt in den Dünndarm leicht filtrirbares lösliches Eiweiß, das aus der Nahrung stammt?

Es ist bekannt, daß schon Gmelin lösliches Eiweiß der Nahrung als solches im Dünndarme wiederfand und daß Busch dasselbe an seiner Kranken mit Dünndarmfistel beobachtete. Eine einfache Betrachtung lehrt aber, daß lösliches Eiweiß nach Genuß von rohem Fleische aller Wahrscheinlichkeit nach ganz in der Regel in den Dünndarm gelangt. Ich mische rohes zerhacktes Rindfleisch mit einer guten Verdauungsflüssigkeit. Nachdem der größte Theil

---

1) Sitzung. d. math. physik. Classe der Münchner Akademie, 5. Dec. 1868.

2) In demselben Sinne heißt es auf S. 507: „Wenn man Peptonlösungen in abgebundene Dünndarmschlingen von Katzen einspritzt, so ist in Bälde die ganze Flüssigkeitsmenge aus dem Darm verschwunden. Ganz anders aber ist es, wenn man gewöhnliches Eiweiß oder Acidalbuminat verwendet. Es tritt dabei zwar auch Eiweiß über, aber es währt längere Zeit bis alles aufgenommen ist, und das Darmstück schwillt in einem gewissen Zeitmoment gewaltig an und zwar durch Übertritt von Wasser aus dem Blute. Die Aufnahme des Eiweißes geschieht also hier nach den Gesetzen der Osmose und es tritt wegen des hohen osmotischen Aequivalents des gewöhnlichen Eiweißes und des Acidalbuminats viel Wasser ins Darmrohr; beim Pepton ist dieses des niedern osmotischen Aequivalents halber nicht der Fall und es scheint dies mit andern eine Hauptbedeutung der Überführung des gewöhnlichen Eiweißes in Pepton für die Resorption zu sein.

aufgelöst ist, filtrire ich. Das Filtrat versetze ich solange mit kohlensaurem Natron, bis das Neutralisationspräcipitat vollständig herausgefällt ist. Dann filtrire ich wieder. Die jetzt noch schwach sauer reagirende Flüssigkeit geht sehr leicht durch's Filtrum und scheidet beim Erhitzen reichliche Flocken von löslichem Eiweiß ab. Hier haben wir also leicht filtrirbares lösliches Eiweiß.

Bei gewöhnlicher Zimmertemperatur erhält sich dieses lösliche Eiweiß mehrere Tage lang in der sauren Verdauungsflüssigkeit, bei der Temperatur von 38° verschwindet es schneller, aber keineswegs so schell, daß man daraus schließen könnte, bei warmblütigen Thieren gelange nach der Verdauung von rohem Fleisch kein lösliches Eiweiß in den Dünndarm. Ich habe mageres rohes Rindfleisch während drei Stunden mit guter künstlicher Verdauungsflüssigkeit bei 38° Celsius digerirt. Nach dieser Zeit waren noch ungelöste Stücke zurück. Da also ein Theil des Fleisches sich erst vor Kurzem gelöst hatte, so enthielt selbstverständlich die Flüssigkeit noch lösliches Eiweiß. Aus einer Probe wurde mit kohlensaurem Natron das Neutralisationspräcipitat (Meißner's Parapepton) ausgefällt, filtrirt und das Filtrat erhitzt. Es setzte reichliche Flocken von in der Hitze gerinnendem Eiweiß ab. Nun filtrirte ich die ganze saure Lösung der Verdauungsproducte von dem Fleischrückstande ab und vertheilte ihn in 8 Gläser, welche ich in ein Wasserbad von 38° brachte. Nach je einer halben Stunde wurde eins der Gläser nach Art der vorerwähnten Probe untersucht, und noch in dem letzten Glase, also nach 4 Stunden, fand ich lösliches Eiweiß. Diese Versuche wurden mit einer Verdauungsflüssigkeit von verhältnißmäßig geringem Säuregrade angestellt, indem das Menstruum derselben eine verdünnte Chlorwasserstoffsäure war, die nur ein Gramm ClH im Litre enthielt. Ich weiß nun aus meinen früheren Versuchen, daß es nicht das Pepsin ist, sondern die Säure, welche die Gerinnbarkeit des Eiweißes aufhebt, und daß dieselbe unter übrigens gleichen Umständen um so früher aufgehoben wird, je stärker die Säure ist. Ich bin deshalb weit entfernt zu behaupten, die Verdauungsproducte des rohen Fleisches müßten jedesmal noch lösliches Eiweiß enthalten, nachdem sie nach ihrer Auflösung noch vier Stunden im Magen verweilt haben. Aber sie verweilen eben nach ihrer Auflösung nicht mehr vier Stunden im Magen. Man bedenke nur, wie der Übergang des Chymus aus dem Magen in den Darm erfolgt, wie er schon vor Beendigung der Magenverdauung beginnt

und wie, wenn nicht das bloße Auge, doch das Mikroskop zahlreiche Trümmer verdaulicher aber noch unverdauter Substanz im Dünndarm nachweist; man bedenke, daß diese Trümmer nach Fütterung mit rohem Fleische in Gestalt von Stücken von Muskelfasern stets in Menge vorhanden sind, und man wird zugeben müssen, daß aller Voraussicht nach, nach der Verdauung von rohem Fleisch ganz in der Regel noch lösliches Eiweiß in den Dünndarm übergehen muß. Freilich, wenn man sich damit begnügt, die aus dem Magen genommene und filtrirte Flüssigkeit zu erhitzen, wird man nicht leicht ein Gerinsel bekommen, denn eine verdünnte Eiweißlösung, die so sauer ist, daß darin verdaut werden kann, gerinnt beim Erhitzen überhaupt nicht; das darin enthaltene lösliche Eiweiß bleibt gelöst, wird aber so verändert, daß es wie Syntonin beim darauffolgenden abstumpfen der Säure mittelst eines freien oder kohlensauren Alkalis herausfällt. Man muß eben vorher die Säure bis zur Ausfällung des Neutralisationspräcipitats abstumpfen, dann filtriren und das Filtrat erhitzen.

Wenn man so verfährt, wird man sich leicht überzeugen, wie lange sich bei Fütterung mit rohem Fleische das lösliche Eiweiß im Magen als solches erhält und wie man mit Nothwendigkeit zu der Annahme gedrängt wird, daß es zum Theil als solches in den Dünndarm übergehe. Ich will einen Fall mittheilen, der an sich nichts besonderes darbietet, dessen einzelne Daten mir aber eben genau im Gedächtnisse sind, weil ich ihn in der neusten Zeit beobachtet habe. Morgens zwischen 8 und 9 Uhr ward ein Hund reichlich mit grob zerkleinertem rohen Fleisch gefüttert, um 9 Uhr hatte er abgefressen. Um 2 Uhr ward er durch Erstickung getödtet, eine Ligatur um den Pylorus, eine andere um den Ösophagus gelegt und der Magen herausgenommen. Nachdem er äußerlich abgewaschen war, wurde er aufgeschnitten, und der Inhalt herausgenommen. Es fand sich noch ein ziemlich reichlicher Rückstand von Fleischstücken mit einer mäßigen Menge von Flüssigkeit. Um rascher filtriren zu können, wurde noch etwas Wasser zugesetzt mit dem Glasstabe umgerührt und ohne weitere Digestion filtrirt. Es wurde zu einer Probe des Filtrats eine Lösung von kohlensaurem Natron gesetzt, bis das Neutralisationspräcipitat erschien. Es fiel in diesem Falle, obgleich es genau und vollständig ausgefällt wurde, wenig reichlich aus. Nachdem es ausgefällt war, wurde filtrirt. Das Filtrat trübte sich beim Erhitzen

und schied reichliche Flocken von Eiweiß ab. Als das Thier getödtet worden war, hatte ich den ganzen Dünndarm in voller Resorption gefunden und die Chylusgefäße gefüllt. Im Darm war eine schleimige Flüssigkeit, die viel lösliches Eiweiß enthielt und in der das Mikroskop zahlreiche Trümmer von Muskelfasern nachwies. Das Thier hatte vor der letzten Fütterung wenigstens 42 Stunden lang gefastet, denn es war am 2. Tage vorher gegen 3 Uhr Nachmittags ins Haus gekommen, und da es rohes Fleisch verschmähte, so hatte man es bis am Morgen des Versuchstages hungern lassen. Es war also unmöglich den Dünndarminhalt und die Resorption von einer früheren Fütterung herzuleiten. Das Thier war offenbar zu einer Zeit getödtet worden, zu der das im Magen verdaute partienweise in den Dünndarm übergieng. Die Flüssigkeit im Magen enthielt lösliches Eiweiß, die Flüssigkeit im Dünndarme auch; kann man hier ableugnen, daß lösliches Eiweiß aus dem Magen in den Dünndarm übergegangen sei? Während der Pylorus die zahlreichen Stücke von Muskelfasern durchgelassen hatte, konnte er doch dem löslichen Eiweiß nicht den Weg versperrt haben.

Ich habe im Magen noch eine eigenthümliche Modification des Eiweißes gefunden, die weder ganz dem löslichen Eiweiße, noch ganz dem syntoninartigen Körper gleicht, der das gewöhnliche Neutralisationspräcipitat (Meißner's Parapepton) bildet. Ich erhielt ihn zuerst aus dem Magen eines Hundes, der vor 7 Stunden mit rohem Fleisch gefüttert worden war. Während der ganze Dünndarm in voller Resorption war und die Chylusgefäße reichlich gefüllt, enthielt der Magen noch eine beträchtliche Menge Flüssigkeit, in der noch ein par ziemlich feste Fleischbrocken und vegetabilische Futterreste (Mohrrüben) von einer früheren Fütterung schwammen. Diese Flüssigkeit wurde vollständig neutralisirt, so daß sie blaues Lakmuspapier nicht im geringsten mehr röthete und filtrirt. Das Filtrat gerann in der Hitze nicht, auch nicht wenn ein Tropfen Essigsäure zugesetzt worden war, so daß sie blaues Lakmuspapier violett färbte. Wenn ich aber zu der gekochten Flüssigkeit noch einige Tropfen Essigsäure hinzusetzte, so daß sie Lakmus entschieden röthete, so entstand in ihr ein reichlicher Niederschlag von Eiweiß. Setzte ich die Essigsäure zu der rohen Flüsssigkeit, so entstand eine gelatinöse Trübung, die sich nicht absetzte, von der ich aber eine klare Flüssigkeit abfiltriren konnte. Diese letztere wurde für sich erhitzt nur opalisirend;

wenn ich aber die Flüssigkeit, ohne zu filtriren, mit der gelatinösen Trübung erhitzte, so ballte sich letztere in dichten opaken Eiweißflocken zusammen, und ich hatte nun einen ähnlichen Niederschlag wie ich ihn vorher aus der gekochten Flüssigkeit durch Zusatz von Essigsäure gefällt hatte. Zu einer anderen Probe der aus dem Mageninhalte erhaltenen neutralen Flüssigkeit setzte ich etwas Kali und kochte damit. Dann übersättigte ich mit Essigsäure und erhielt nun wieder einen reichlichen Eiweißniederschlag, indem sich gleichzeitig Geruch nach Schwefelwasserstoff entwickelte.

In dem Mageninhalte war also ein Eiweißkörper, der, in neutraler und sehr schwach saurer Flüssigkeit löslich, das mit dem gewöhnlichen Eiweiß gemein hatte, daß er unter allen Umständen durch die Siedhitze eine wesentliche Veränderung erlitt, und daß er durch Kochen mit Kali unter Bildung von Schwefelkalium in fällbares Eiweiß umgewandelt wurde, der sich aber dadurch vom löslichen Eiweiße unterschied, daß er durch einen gewissen Zusatz von verdünnter Essigsäure schon aus der kalten neutralen Lösung gelatinös ausgefällt wird, und daß er erst dann, nicht aber in neutraler Lösung, in der Hitze gerann.

Er scheint also dem nativen Eiweiße noch näher zu stehen als das gewöhnliche durch Säuren und das gewöhnliche durch Alkalien modificirte Eiweiß, ja es ist möglich, daß ich es in dem erwähnten Falle nur mit löslichem Eiweiß zu thun hatte, dessen Reactionen durch Anwesenheit einer größeren Menge von phosphorsauren Salzen verändert waren; denn ich habe später neben gewöhnlichem löslichen Eiweiß einen Körper von denselben Reactionen in den künstlichen Verdauungsproducten von Rindfleisch gefunden, denen ich gewöhnliches phosphorsaures Natron zugesetzt hatte. Hier konnte ich auch nachweisen, daß der Zusatz von phosphorsaurem Natron erst die abweichenden Reactionen hervorbrachte, und daß es lösliches Eiweiß war, dessen Reactionen verändert wurden. Ich nahm von denselben Verdauungsproducten ohne ihnen phosphorsaures Natron zuzusetzen, neutralisirte bis zur vollständigen Ausfällung des Neutralisationspräcipitates und filtrirte. Eine Probe des Filtrates wurde erhitzt und von den ausgeschiedenen Flocken abfiltrirt. In dem Filtrat gab Essigsäure keinen Niederschlag. Zu dem Reste des Filtrates, von dem die zu erhitzende Probe genommen war, wurde nun phosphorsaures Natron gesetzt. Er färbte darauf noch blaues Lakmuspapier deutlich violett.

Als er erhitzt wurde, schieden sich kleine Flocken von Eiweiß aus, aber die davon abfiltrirte Flüssigkeit gab nun noch eine Fällung mit Essigsäure.

Mit dem Gemenge von Verdauungsproducten, welche ich später aus einem anderen Stücke Rindfleisch erhielt, wollte mir der Versuch nicht in gleicher Weise gelingen; es scheint also, daß außer der Anwesenheit einer größeren Menge von phosphorsauren Salzen, noch eine andere Bedingung erfüllt sein muß, um jenes eigenthümliche Verhalten des löslichen Eiweißes hervorzubringen.

Lösliches Eiweiß befindet sich aber, was die Magenverdauung anlangt, nur in den Verdauungsproducten von rohem Fleisch und rohem Eiweiß. Sobald das Eiweiß durch Hitze geronnen, das Blut- oder Muskelfibrin durch Kochen verändert ist, erscheint in den durch Magensaft erzielten Verdauungsproducten zwar Eiweiß, das durch Abstumpfung der Säure gefällt wird; aber wenn man von diesem abfiltrirt, so trübt sich das Filtrat in der Siedhitze nicht mehr, dieser Versuch ergibt sein Resultat in voller Reinheit bei künstlicher Verdauung, und die leichte Trübung, welche man erhält, wenn man nach Fütterung mit gekochten Fleische mit den herausgenommenen Magencontentis Proben auf lösliches Albumin anstellt, rührt wohl kaum von Eiweiß her, welches den Verdauungsproducten als solchen angehört. Da nun der Mensch fast alle Eiweißkörper der Nahrung erst zu sich nimmt, nachdem sie die Siedhitze passirt haben, so ist man mit Nothwendigkeit auf die Annahme hingewiesen, daß das lösliche Eiweiß aus dem fällbaren oder aus irgend einer anderen in der Hitze nicht mehr gerinnenden Modification regenerirt oder reconstruirt werde. Ohne zu bestreiten, daß dies auch nach der Resorption in der Säftenmasse und in den Geweben stattfinden könne, muß ich hier doch einer Erfahrung von W. Kühne erwähnen, die ich schon früher einmal in demselben Sinne besprochen habe [1]. Kühne fand, daß Pankreassaft gekochtes Blutfibrin so veränderte, daß dasselbe sich in Kochsalzlösung auflöste und mit derselben eine in der Hitze gerinnende Flüssigkeit bildete. Es liegt also die Möglichkeit, ja die Wahrscheinlichkeit vor, daß der Pankreassaft aus den gekochten eiweißartigen Substanzen, die unverdaut in den Dünndarm über-

---

[1] Verhalten der Eiweißkörper gegen Borsäure. Diese Berichte Bd. 55. Abth. II. S. 895.

gehen, vielleicht auch aus den Eiweißkörpern, die im Duodenum durch Zutritt der Galle und Abstumpfen der Säure aus den Verdauungsproducten gefällt werden, lösliches in der Hitze gerinnendes Eiweiß bilde.

Die Menge des unverdaut in den Dünndarm übergehenden ist viel größer als man auf den ersten Anblick glaubt, selbst bei solchen Thieren die einen anscheinend sehr homogenen Chymus haben. Beim Hunde scheint sich der Pylorus verhältnißmäßig wenig weit zu öffnen. Unverdaute mit bloßen Augen sichtbare Brocken findet man im Dünndarme nicht, dagegen können solche, z. B. Stücke von Mohrrüben oder Erdäpfeln, 24 Stunden und darüber im Magen zurückgehalten werden. Nach Fütterung mit gekochtem Fleische erscheint der Dünndarminhalt als eine gelbe schleimige Masse, in der man mit blossen Augen nichts als zahlreiche trübe, weißliche Flocken sieht; wenn man ihn aber mikroskopisch untersucht, so findet man darin eine sehr große Menge von noch unverdauten Stücken von Muskelfasern.

Ich habe lösliches in der Hitze gerinnendes Eiweiß während der Resorption auch nach Fütterung mit gekochtem Fleische in beträchtlicher Menge im Dünndarm gefunden. Man rühre den Inhalt des oberen Theiles des Dünndarms mit Wasser an und setze, wenn er neutral oder alkalisch, so viel Essigsäure zu, daß die Flüssigkeit blaues Lakmuspapier schwach röthet und filtrire. Man wird bemerken, daß die opalisirend durchs Filtrum gehende Flüssigkeit sich beim Erhitzen stark, ja bis zur Undurchsichtigkeit trübt. Aber diese Erfahrung beweist an und für sich nichts, da auch der Pankreassaft selbst, der in den Dünndarm ergossen wird, lösliches, in der Hitze gerinnendes Eiweiß enthält. Man schreibt diesem Pankreaseiweiß die Eigenschaft zu, durch verdünnte Säuren gefällt zu werden. Ich mischte deshalb einen Dünndarminhalt, der nach Fütterung mit gekochtem Fleische erhalten war, mit Wasser und fügte dann Essigsäure bis zur stark sauren Reaction hinzu und filtrirte. Auch jetzt erhielt ich durch Erhitzen noch eine reichliche Eiweißtrübung. Sollte es sich bestätigen, daß alles Pankreaseiweiß von Essigsäure vollständig gefällt wird, so würde sich mithin der hier gefundene Eiweißkörper nicht aus dem Pankreassafte als solchem herleiten lassen. Nach den bisherigen Erfahrungen scheint aber noch die Möglichkeit vorhanden zu sein, daß im Pankreassafte ein durch verdünnte Pflanzensäuren fällbarer Eiweißkörper mit einem

anderen gemengt vorkomme, der nicht durch verdünnte Pflanzensäuren niedergeschlagen wird, aber in der Hitze gerinnt.

Man mag fragen, ob ich mich denn nicht durch Erhitzen des Chylus selbst von dem Vorhandensein von löslichem Eiweiß in demselben überzeugt habe. Das habe ich allerdings gethan, und zwar mit demselben positiven Erfolge wie mehrere ältere Beobachter, die freilich ihr Material wohl meistens aus dem *Ductus thoracicus* nahmen. Ich erhielt in der Hitze gerinnendes Eiweiß sowohl nach Fütterung mit gekochtem als nach Fütterung mit rohem Fleische.

Ich versuchte zuerst den Chylus mittelst kleiner konischer Stahlröhren mit durchbohrter Spitze, die ich centrifugal in ein Chylusgefäß einsenkte, zu sammeln; da ich aber hiermit wenig Erfolg hatte, sog ich den aus angeschnittenen Chylusgefäßen hervorquellenden Chylus mittelst spitzer Glasröhren gleich an Ort und Stelle auf und blies ihn in kleine dünnwandige, U-förmig umgebogene Glasröhren, die ich dann durch Einsenken in ein Ölbad von 95° bis 100° plötzlich erwärmte. Dies plötzliche Erwärmen des Chylus ist wesentlich, weil wegen der alkalischen Beschaffenheit desselben bei langsamem Erwärmen eine beträchtliche Menge von löslichem Eiweiß in fällbares umgewandelt werden und so der Coagulation entgehen kann.

Nachher zertrümmerte ich diese Röhrchen und untersuchte den Inhalt. Ich fand immer Gerinnungen; aber man wird leicht einsehen, daß die beim Auffinden von löslichem Eiweiß im Dünndarminhalte erhobenen Bedenken sich hier im verstärkten Maße geltend machen. Erstens kann das durch Hitze gerinnende Eiweiß aus dem Pankreassafte herrühren, zweitens aber ist es bis jetzt nicht möglich Chylus aus Gefäßen zu gewinnen, die nicht schon Darmlymphe aufgenommen hätten, ja bei kleineren Thieren und bei schwach gefüllten Gefäßen kann man sich sogar genöthigt sehen, um einige Ausbeute zu haben, den Chylus aus den ausführenden Gefäßen des sogenannten *Pancreas Asellii* zu sammeln, in dem er möglicher Weise durch Diffusion mit dem Blute in den Blutgefäßen nach lösliches Eiweiß aufgenommen hat. Es bleibt also immer der subjectiven Ansicht des Experimentators überlassen, ob er meint, daß die Eiweißmenge, welche er findet, aus diesen Quellen allein herrühren könne, oder ob er glaubt zu der Vermuthung Veranlassung zu haben, daß lösliches in der Hitze gerinnendes Eiweiß aus den Nahrungsmitteln resorbirt worden sei.

Man mag aber über die Aufsaugung solchen Eiweißes denken wie man will, soviel ist nach dem bisher gesagten außer Zweifel, daß Eiweißsubstanzen resorbirt werden, die noch nicht die Eigenschaften haben, welche man den Peptonen zuschreibt; denn ein Pepton kann sich weder freiwillig noch in Folge von bloßer Reactionsveränderung der Flüssigkeit aus derselben ausscheiden. Meißner's Parapepton wird zwar durch Abstumpfen der Säure gefällt, aber Meißner's Parapepton ist eben kein Pepton, sondern es wird erst durch längere Einwirkung von Magensaft in solches umgewandelt. Nach einer, wie ich glaube, zuerst von Bernard geäußerten und ziemlich allgemein verbreiteten Ansicht soll das Parapepton (Bernard kannte diesen Namen noch nicht, wohl aber den Niederschlag, den das sogenannte Parapepton im Duodenum bildet) im Dünndarme vom Pankreassafte weiter verdaut werden, und diese weitere Verdauung durch den Pankreassaft besteht eben der gangbaren Annahme nach wieder in der Umwandlung in Pepton. Zwischen dem sogenannten Parapepton und dem Pepton liegt noch eine deutliche Zwischenstufe; denn wenn die Verdauung so weit fortgeschritten ist, daß durch Abstumpfen der Säure aus dem Gemische der Verdauungsproducte nichts mehr gefällt werden kann, so wird eine Zeit lang noch durch Blutlaugensalz ein Eiweißkörper gefällt, und, erst wenn dieses keinen Niederschlag mehr gibt, ist die Peptonisirung als vollendet zu betrachten, denn nach Meißner's und auch nach Mülder's ausdrücklicher Angabe werden die Peptone durch Blutlaugensalz nicht gefällt.

Wenn nun aber Eiweißkörper resorbirt werden, die noch nicht in Peptone umgewandelt sind, wie steht es dann mit der Lehre von der Regeneration oder Reconstruction der Eiweißkörper aus den Peptonen? Diese ganze Lehre beruht auf der Voraussetzung, daß die Eiweißkörper nicht als solche und auch nicht im Zustande unvollkommener Peptonisirung aufgesaugt werden. Man sagt: Eiweiß wird nicht resorbirt, sondern nur Pepton, und doch wird dem Körper im Beharrungszustande das Eiweiß, welches ihm verloren geht, ersetzt, im Zustande der Zunahme noch neues abgelagert; folglich müssen die Eiweißkörper aus den Peptonen regenerirt oder reconstruirt werden. Wäre es nun aber nicht möglich, daß so viele Eiweißkörper resorbirt würden, daß die Ernährung ihren Gang ginge, auch wenn sich uas den Peptonen nichts regenerirte, nichts reconstruirte? Ich

muß hier wiederum auf das zurückkommen, worauf ich schon in der ersten Abtheilung meiner Beiträge zur Lehre von der Verdauung [1]) hingewiesen habe, auf die Zeit, welche dazu gehört, Eiweißkörper vollständig zu peptonisiren. Mülder brauchte in der Regel 4 Tage, um seine Eiweißkörper vollständig in Peptone umzuwandeln. Sie wurden dabei täglich durch 8 Stunden einer Temperatur von 40° Cels. ausgesetzt.

Wenn wir also ganz absehen von den Fortschritten, welche der Proceß bei gewöhnlicher Zimmerwärme machte, so brauchte er 32 Stunden. Ich selbst brauchte 15 Stunden bei einer Temperatur von 35° — 38 um das aus Hühnereiweiß dargestellte Meißner'sche Parapepton (Neutralisationspräcipitat aus der sauren Lösung der Verdauungsproducte) so weit zu peptonisiren, daß durch Abstumpfen der Säure nichts mehr gefällt wurde, und Meißner erklärte damals, daß er ein solches Resultat innerhalb der erwähnten Zeit noch nie habe eintreten sehen [2]).

Vergleichen wir damit die Zeiten, während welcher die Eiweißkörper im lebenden Menschen thatsächlich der Einwirkung des sauren Magensaftes ausgesetzt sind. Beaumont gibt nach seinen Beobachtungen an St. Martin für sehr volle Mahlzeiten die Zeit der Magenverdauung auf 6 bis 6½ Stunden an, bei mäßigen Mahlzeiten aber war sie geringer; ja es kommen Beobachtungen vor, wie Folgende:

Zweite Reihe Exp. 43. Um 11½ Uhr zwei gebackene Eier und drei reife Äpfel, nach 40 Minuten anfangende Digestion, um 12½ Uhr derMagen leer. Exp. 44. An demselben Tage um 2 Uhr geröstetes Schweinfleisch und Vegetabilien, um 3 Uhr halbe Chymification, um 4 Uhr nichts mehr im Magen.

In gewisser Beziehung noch bessere Gelegenheit hatte Busch an der mit einer hochliegenden Dünndarmfistel behafteten und von ihm so vortrefflich geschilderten Patientin [3]) Beobachtungen über die Zeit anzustellen, während welcher die Nahrungsmittel im Magen verweilen, und über den Zustand, in welchem sie denselben verlassen. Er sagt:

„Wurde ein Nahrungsmittel gegessen, welches leicht wieder zu erkennen war, wie Fleisch, Eier oder ein Gemüse, Brod etc., so

---

[1]) Diese Berichte Bd. 37 (Jahrg. 1859), S. 131.

[2]) Bericht über die Fortschritte der Physiologie vom Jahre 1859, S. 233.

[3]) Virchow's Archiv. Bd. XIV. S. 140.

sah man durchschnittlich zwischen 15 und 30 Minuten die ersten Nahrungsbrocken zum Vorschein kommen. Um aus der großen Menge von Beobachtungen Beispiele zu geben, folgen hier einige, in welchen die kürzeste und längste Frist, welche überhaupt beobachtet wurde, enthalten sind:

Gekochte Eier nach 26 Minuten,
„ „ „ 20 „
„ „ „ 35 „
Kohl nach . . . . 19 „
„ „ . . . . 15 „
Fleisch nach . . . . . . 30 „
„ „ . . . . . . 22 „
Mohrrüben nach . . . 12 „
Kartoffeln „ . . . 15 „ u. s. w.

„Wenn eine reichliche Mahlzeit genommen war, so dauerte es durchschnittlich 3 — 4 Stunden, bis alles entfernt war. Einzelne kleine Spürchen fanden sich zwar auch noch später vor, erscheinen dann aber als verirrte Partikeln in der Masse des neugenossenen. Die einzige Ausnahme bildete hievon, daß, wenn Abends eine große Portion von Nahrungsmitteln verzehrt wurde, diese nur zum Theil des Abends abgingen, während der andere Theil erst am frühen Morgen zum Vorschein kam“.

Es verdient bemerkt zu werden, daß, obgleich bei dieser Person die Peptonisirung der Eiweißkörper wegen der Kürze der Zeit, während welcher sie im Darmkanale weilten, im allgemeinen nur relativ wenig vorgeschritten sein konnte, es doch, trotz der geringen Resorptionsoberfläche gelang, die Patientin auf natürlichem Wege zu ernähren, nachdem sie einmal durch künstliche Ernährung vom Dünndarme aus (siehe unten) wieder gekräftigt war. Es weist dies darauf hin, daß das, was von den Eiweißkörpern resorbirt war, jedenfalls im Organismus auch nutzbar verwendet wurde, und hierzu keineswegs erst einer weiter vollendeten Peptonisirung bedurfte.

Nun soll der Pankreassaft die Peptonisirung fortsetzten und vollenden; aber jeder, der sich selbst eine Anschauung von dem Hergange der Dinge verschafft hat, weiß, daß dies nur für einen Theil der resorbirbaren Eiweißkörper der Fall sein kann; denn die Resorption beginnt sogleich, wenn der Chylus in den Dünndarm gelangt. Sind also hier resorbirbare Eiweißkörper vorhanden, so muß auch ein

Theil von ihnen resorbirt werden, noch ehe die immerhin langsame Einwirkung des Pankreassaftes Zeit hat, sie weiter zu verändern.

Wenn man ein Thier mit derjenigen Menge von Eiweißkörpern in der Nahrung im Gleichgewichte erhalten könnte, welche es mit Nothwendigkeit, also auch bei gänzlich mangelnder Einfuhr, zersetzt, so würde man zu der Annahme einer Reconstruction oder Regeneration aus den Peptonen gezwungen sein, da sicher ein Theil der Eiweißkörper der Nahrungsmittel in Peptone umgewandelt wird: aber das gelingt nach den Erfahrungen von Voit niemals, man braucht wenigstens das $2\frac{1}{2}$fache. Jeder Versuch, mit einer geringeren Menge auszureichen als diejenige ist, welche dem $2\frac{1}{2}$fachen der durch den Harnstoff des hungernden Thieres repräsentirten Menge entsprach, mißlang auch dann, wenn beliebig viel stickstofflose Nahrungsmittel dabei verabreicht wurden. Wenn also von den eingeführten Eiweißkörpern 40 Procent vor beendeter Peptonisirung resorbirt und für den Organismus nutzbar verwendet werden, so können 60 Procent in Peptone verwandelte weiter zerfallen, ohne etwas zur Vermehrung der Eiweißmenge im Körper beizutragen.

Aber vielleicht werden die unpeptonisirt resorbirten Eiweißkörper nicht nutzbar verwendet? Vielleicht sind sie es, welche ungenutzt zerfallen, während sich das Eiweiß des Körpers aus den Peptonen regenerirt?

Zu einer solchen Annahme werden wir uns nicht entschließen können. Ich habe schon oben erwähnt, daß die Patientin von Busch trotz ihrer hochliegenden Dünndarmfistel, aus der alles Genossene austrat, auf natürlichem Wege, nachdem sie sich einmal erholt hatte, ernährt werden konnte; aber dieser Fall enthält für uns noch eine weitere Lehre, die wir aus einer früheren Periode der Krankengeschichte ziehen. Als Busch seine Patientin in dem elendesten Zustande übernahm, urtheilte er richtig, daß sie auch bei reichlicher Nahrung auf gewöhnlichem Wege deßhalb nicht zu Kräften komme, weil der Chymus aus der oberen Fistelöffnung austrat, nachdem er erst ein verhältnißmäßig kurzes Darmstück passirt hatte. Er brachte also Nahrungsmittel und, wie er selbst sagt, hauptsächlich proteinhaltige, in die untere Fistelöffnung, so daß sie das ganze andere Stück des Darmrohres bis zum After passirten. Der Erfolg war ein überraschender. Die Person erholte sich in kurzer Zeit. — In dieses untere Darmstück gelangte aber weder Magensaft noch *Succus pancreaticus*,

und wenn man annehmen will, daß Alles was hier von Eiweißkörpern nutzbringend resorbirt worden ist, aus Peptonen bestand, so muß man erst über die peptonisirenden Wirkungen des *Succus entericus* Voraussetzungen machen, die bis jetzt durch nichts erwiesen sind.

Man könnte freilich auch annehmen, daß die Resorption aus dem unteren Darmstücke nur Material für die Respiration lieferte und somit die im Magen und Duodenum gebildeten Peptone zum Wiederaufbau verwendet werden konnten, während sie früher durch die Respiration verzehrt wurden; aber wahrscheinlich wird kaum Jemand eine solche Annahme finden.

Ich erinnere daran, daß auch an den im oberen Theile des Dünndarms befindlichen Eiweißkörpern die Peptonisirung im Allgemeinen nicht weit fortgeschritten sein konnte, und daß gerade der Zustand, der am meisten fortgeschrittenen Veränderung, wie er normaler Weise im mittleren und unteren Theile des Dünndarms durch die andauernde Einwirkung des Pankreassaftes auf schon vom Magensafte veränderte Eiweißkörper eintritt, bei dieser Person ganz fehlte.

Man mache sich ferner nur das Künstliche und Gewaltsame einer solchen Hypothese klar.

Wenn Eiweißkörper, die noch nicht Peptone sind, resorbirt werden, so sollen sie zerfallen und der Respiration dienen, und der Aufbau soll aus den gleichzeitig resorbirten Peptonen bestritten werden. Warum gerade aus den Peptonen? Man weiß, daß die Zersetzung noch weiter geht und Kühne hat als Producte der protrahirten Pankreasverdauung Leucin und Tyrosin nachgewiesen, und doch würde Niemand daran denken aus Leucin und Tyrosin wieder Eiweißkörper entstehen zu lassen, auch wenn diese Substanzen in hinreichender Menge resorbirt würden und wenn sie im Körper noch verbreiteter wären als sie es thatsächlich sind.

Die Anfangsglieder einer Reihe von Metamorphosen sollen wie die Endglieder zu Grunde gehen, aber aus gewissen Mittelgliedern, aus den Peptonen, soll sich Alles wieder aufbauen. Woher rührt dieser Vorzug, den man Körpern gibt, die man nicht einmal recht kennt, für die jede charakteristische Reaction mangelt, von denen man nicht weiß, ob sie jemals Jemand als reine Substanzen in Händen gehabt hat, von denen man nichts hat als den Namen und eine Reihe von theils negativen, theils nicht ausschließlichen Charakteren, die ihnen

von den Wenigen, welche chemisch darüber gearbeitet haben, in keineswegs ganz übereinstimmender Weise zugeschrieben worden sind? Der Grund dieser Bevorzugung ist offenbar kein anderer, als der, daß man sie früher für die am höchsten, das heißt den Eiweißkörpern noch am nächsten stehenden unter den resorbirbaren Verdauungsproducten hielt. Sobald man sich überzeugt hat, daß weniger veränderte Eiweißkörper resorbirt werden, so müssen sie diesen den Platz räumen, denn an und für sich sind keine Wahrscheinlichkeitsgründe für die Reconstruction der Eiweißkörper aus Zersetzungsproducten vorhanden. Der thierische Organismus ist im Allgemeinen nicht wie der pflanzliche ein aufbauender, er ist ein oxydirender, ein zerlegender. Einzelne Beispiele vom Aufbau complicirterer Verbindungen aus einfacheren wie die Bildung von Hippursäure nach dem Genuße von Benzoesäure, können nicht ohne weiteres als Analoga für die Hypothese vom Aufbau der Eiweißkörper verwerthet werden, da wir über die Synthese der letzteren bis jetzt absolut nichts wissen. Dasselbe gilt von der von Kühne und Radziejewski beobachteten Regeneration von Fetten aus den Fettsäuren. Hierzu muß noch bemerkt werden, daß in Rücksicht auf die Fette im Großen und Ganzen auch ein Zerlegungsproceß stattfindet, indem namentlich bei reichlichem Genuß neutraler Fette dieselben bei weitem der größten Masse nach als solche aufgesaugt und nach ihrer Resorption im Organismus bis in ihre Endproducte, Kohlensäure und Wasser, zerlegt werden.

Ein drittes Beispiel, welches L. Hermann anführt, kann ich nicht ohne weiteres hinnehmen. Er sagt: „Ferner hat Tscherinoff mitgetheilt, die Beweise in Händen zu haben, daß nach Zuckergenuß und nach der Aufnahme des genossenen Zuckers ins Blut sich aus diesem ein stärkeartiger Körper, nämlich das Glykogen, welches man in der Leber regelmäßig findet, bilden kann“. Ich weiß nicht, welche Beweise für diese Behauptung Tscherinoff jetzt in Händen hat, die Versuchsresultate aber, zu denen er im Winter von 1864 auf 1865 in meinem Laboratorium gelangte, ließen sich auch in anderer Weise deuten, wie dies aus seiner damals erschienenen Abhandlung [1]) ersichtlich ist.

---

[1]) Siehe diese Berichte Bd. LI. 2. Abth. S. 412.

Die Sache steht einfach so: Es kommt eine Reihe von Eiweißkörpern und Abkömmlingen derselben zur Resorption, welche wir bis jetzt nur unterscheiden nach ihrer Gerinnbarkeit oder Nichtgerinnbarkeit in der Hitze, nach ihrer Fällbarkeit durch Säuren oder Alkalien, nach ihrer Fällbarkeit aus sauren Flüssigkeiten durch verdünnte Lösung von gelbem Blutlaugensalz oder durch concentrirte Lösungen der sogenannten Neutralsalze oder der löslichen Chlormetalle, ferner nach ihrer Fällbarkeit durch neutrales essigsaures Bleioxyd, Alkohol Tannin u. s. w. Es handelt sich darum, durch directe Versuche zu bestimmen, aus welchen von diesen Substanzen überhaupt der Wiederersatz der Eiweißkörper des Blutes und der Muskeln und Nerven noch möglich ist, wo die Grenze liegt, über welche hinaus die Eiweißkörper im Darmkanal nicht verändert sein dürfen, wenn noch nach der Resorption wieder Eiweißsubstanzen aus ihnen werden sollen, die als functionelle Bestandtheile des Körpers dienen?

Die Entscheidung dieser Frage mag schwierig und mühevoll sein, aber sie erscheint als möglich durch Ernährungsversuche theils auf dem natürlichen Wege, theils von Dünndarmfisteln aus, und wir dürfen uns nicht von vornherein über sie hinaussetzen durch die Annahme, daß sich die Eiweißkörper der Nahrung im Darmkanale vollständig in Peptone verwandeln oder spalten, um dann nach der Resorption aus eben diesen Peptonen regenerirt oder reconstruirt zu werden.

Aus der k. k. Hof- und Staatsdruckerei in Wien.